INSTALAÇÃO
OPERAÇÃO
MANUTENÇÃO

Este manual tem por objetivo levar aos clientes e usuários as recomendações básicas necessárias à correta instalação, operação e manutenção de ventiladores industriais BerlinerLuft.
Seu conteúdo é resultado de pesquisas em projetos, experiências laboratoriais e de campo, relatórios, literaturas técnicas e acima de tudo, da prática adquirida no decorrer do tempo.
Por mais simples que possa parecer, a instalação, operação e manutenção de um ventilador industrial requer especial atenção e cuidados específicos de maneira a se alcançar um perfeito funcionamento e vida longa não só do ventilador em si, mas do sistema como um todo.

Importante: Leia com atenção o **Certificado de Garantia** no final deste manual.

ÍNDICE

1 – RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM

Antes do embarque, todos os ventiladores BerlinerLuft. são individualmente inspecionados e testados de maneira a comprovar suas normais condições de funcionamento assim como certificar-se que todos os quesitos solicitados foram atendidos.

IMPORTANTE

Ao efetuar o recebimento de um ventilador BerlinerLuft., certifique-se da inexistência de eventuais danos provocados durante o transporte.
Recomenda-se uma inspeção visual da embalagem e do próprio equipamento.
Em caso de anomalia leve, a alternativa em receber ou não o equipamento fica a cargo do próprio cliente.
Em caso de alguma irregularidade que julgar grave, recuse-se a receber a carga notificando imediatamente a fábrica ou seu representante.

Faça um relato da ocorrência nos documentos de entrega da transportadora e entre em contato com a fábrica.
O motorista do caminhão deve também assinar o documento.

Lembramos que mesmo que ocorram danos visualmente leves, existe a possibilidade de ser atingido algum componente vital do ventilador.
Lembre-se que somente a transportadora é responsável pelas ideais condições de transporte.

1.1 - Cuidados no transporte

Os ventiladores BerlinerLuft. são fornecidos normalmente embalados com a chamada “embalagem standard” que consiste de um estrado de madeira onde o ventilador é aparafusado para receber em sua volta o chamado engradado.
Ventiladores de grande porte, em alguns casos são fornecidos sem embalagem.

Em todas as situações, nas operações de carga e descarga de ventiladores, devem ser evitados quaisquer pontos de içamento senão os específicamente projetados para tal.

Nunca suspenda um ventilador pelo seu eixo, rotor, flanges, polias ou protetores.

Para descarregar ou transportar um ventilador embalado, o faça de preferência com uso de uma empilhadeira, tomando os devidos cuidados para evitar amassamentos junto à coluna da empilhadeira.

Para os casos de içamentos com guincho, talha ou equivalente, suspenda o ventilador com cordas ou correias, ou utilize os olhais ou furos existentes nos reforços laterais.

1.2 - Condições de armazenagem

Se os ventiladores não forem imediatamente instalados, deve-se armazená-los em local isento de poeira, temperatura elevada, umidade e outros agentes danosos.

Nunca posicione um ventilador senão em sua posição normal.

Mesmo armazenado, um ventilador exige certos cuidados de manutenção de forma a não haver surpresas quando de sua instalação.
Para o caso de mancais de caixa bipartidos (linha SNA ou SNH), o lubrificante ali contido, possui um tempo de vida útil que não deve ser ultrapassado. Mesmo em condições favoráveis de armazenagem, este período é relativamente curto em ventiladores parados.
Permanecendo o ventilador inativo, o peso do conjunto girante tende a expulsar a película de graxa contida entre as superfícies de contato dos elementos dos rolamentos (esferas ou rolos e pistas), permitindo o toque metal com metal e em consequência um possível ponto de corrosão, a chamada corrosão por contato, que inutiliza completamente o rolamento. Este fenômeno tende a se ampliar caso os ventiladores sejam armazenados em locais próximos a máquinas que provoquem vibrações.
Motores elétricos também estão sujeitos aos mesmo tipo de problema.

Recomendamos girar periodicamente (1 x semana) os elementos girantes de ventiladores e motores manualmente de maneira a movimentar o lubrificante contido no rolamento.

Boa prática também consiste em retirar as correias em ventiladores com este tipo de transmissão.
Com relação ao motor elétrico, a presença de umidade, temperatura elevada ou sujeira durante a armazenagem, podem comprometer a resistência do isolamento do enrolamento.
Recomenda-se verificar e testar esta resistência antes da entrada em serviço sob risco de queima do motor.

1.3 - Placa de identificação

A placa de identificação contém dados e valores importantes que definem as características construtivas e de funcionamento do ventilador. Confeccionada em alumínio ou papel adesivo de alta resistência, é fixada por meio de rebites ou colada em local de facil acesso e visibilidade, geralmente na lateral do ventilador correspondente ao lado de acionamento.

Evite que a mesma se desprenda do equipamento ou receba algum tipo de cobertura que a inutilize ou dificulte sua leitura.

Junto a placa de identificação são também fixadas, conforme o tipo de mancal e rolamento utilizado, placas com informações sobre intervalo de relubrificação e tipo de lubrificante a ser utilizado, além de uma seta identificando o correto sentido de giro do rotor.

Sempre que necessário alguma informação adicional, solicitação de assistência técnica ou pedido de peças de reposição, reporte-se a fábrica informando o número de série do ventilador.

2 – INSTALAÇÃO

2.1 - Fundações

A grande maioria dos ventiladores, por serem relativamente leves, não necessitam fundações especiais para assentamento. Basta uma base nivelada que tenha condições de receber sobre si os equipamentos que deverão ficar totalmente apoiados (nunca em balanço), e fixados por meio de chumbadores, parafusos, etc.

Nunca se deve compensar a irregularidade do piso através do aperto nas roscas dos chumbadores. Isto deformará a estrutura do ventilador afetando seu funcionamento.

À medida que o peso, rotação e potências dos ventiladores forem se tornando críticos, tornam-se também maiores as exigências referentes à base de assentamento. Mesmo cuidadosamente balanceados, ventiladores industriais são fontes inerente de vibrações, que podem se propagar para a fundação, provocando transmissão de ruídos extremamente nocivos.

Especial atenção deve ser dispensada quanto ao apoio e isolamento de vibrações geradas por ventiladores grandes e de baixa rotação, principalmente se instalados em pisos elevados.

Em qualquer situação, somente amortecedores de molas com frequências de utilização definidas garantem uma perfeita atenuação das vibrações geradas pelo conjunto ventilador-motor elétrico.

2.2 - Espaço requerido e folgas necessárias

Sempre é importante em um projeto que se atente para a ideal localização do ventilador, não somente no que tange à facilidade de conexões de dutos, como também aos espaços requeridos para manutenção, aspiração de ar, etc.
Cuide para que não ocorra o estrangulamento nas aspirações ou descarga de ar.

Prever fácil acesso para relubrificação de rolamentos e espaço operacional para inspecão e manutenção de componentes tais como rolamentos, correias e motor elétrico, assim como para manutenção do sistema de filtros em gabinetes de ventilação.

Importante também prever espaço para remoção e manutenção do rotor.
Este normalmente é removido e remontado pelo lado da aspiração do ventilador, ou pela parte superior em ventiladores bipartidos.

2.3 - Fixação de conexões

Estando o ventilador posicionado, nivelado e fixado em seu local de funcionamento, proceda a instalação dos demais componentes do sistema.
Ligações flexíveis, de tecido plástico, instaladas nas bocas de aspiração ou descarga evitam a transmissão de vibrações para os dutos e vice versa bem como eliminam problemas de desalinhamento.

Apesar de robusta, a carcaça do ventilador não foi projetada para suportar pesos adicionais, portanto, não a submeta a esforços com o apoio de dutos, silenciadores, chaminés, etc.

2.4 - Motores elétricos

2.4.1 - Sistemas de partida

Partida direta

Existem conjuntos pré-montados para partida direta de motores que reúnem na mesma caixa, contator tripolar, relé bimetálico (proteção contra sobrecarga) e fusível (proteção contra curto circuito).
É o método mais simples, porém somente viável quando a corrente de partida não afeta a rede de alimentação.

Partida com chave compensadora

A chave compensadora reduz a corrente de partida, evitando assim uma sobrecarga no circuito, deixando porém o motor com conjugado suficiente para a partida e aceleração.

Partida estrela-triângulo

É fundamental para partida com chave estrela-triângulo que o motor tenha a possibilidade de ligação em dupla tensão, por exemplo, 220/380 V; 380/660 V; ou 440/760 V.
A menor tensão do motor deve corresponder a tensão da rede.

2.4.2 - Proteção de Motores

Comparativo entre sistemas de proteção de motores

Causas do sobreaquecimento	Proteção em função da corrente		Proteção com sondas térmicas no motor
	Só fusível	Fusível e protetor térmico	
Sobrecarga com corrente 1.2 vezes a corrente nominal	NP	TP	TP
Frenagens, reversões e partidas frequentes	NP	SP	TP
Funcionamento com mais de 15 partidas por hora	NP	SP	TP
Rotor bloqueado	NP	SP	TP
Falta de fase	NP	SP	TP
Variação de tensão excessiva	NP	TP	TP
Variação de frequencia na rede	NP	TP	TP
Temperatura ambiente excessiva	NP	TP	TP
Aquecimento externo	NP	NP	TP
Obstrução da ventilação	NP	NP	TP

NP - Não protegido **SP** - Semi protegido **TP** - Totalmente protegido

3 – OPERAÇÃO

3.1 - Verificações preliminares

SIGA RIGIDAMENTE AS RECOMENDAÇÕES ABAIXO antes de dar a partida inicial no ventilador:

a) Verifique manualmente se o rotor gira livre e se está devidamente posicionado em relação aos bocais de aspiração. Qualquer constatação de bloqueio ou ruído deve ser averiguada e eliminada. Verifique também durante esta operação se os rolamentos não mostram sinais de ruído indevido.

b) Em equipamentos com mancais de caixa bipartidos e que tenham ficado armazenados por um longo período (aprox. 6 meses) substitua a graxa dos mancais por graxa nova de acordo com as quantidades e tipos constantes nas fichas técnicas ou no item “Manutenção” deste manual.

c) Inspecione internamente rotor e carcaça de modo a se certificar da inexistência de corpos estranhos ali depositados. Frequentemente cimento ou argamassa utilizados para retoques finais caem dentro do ventilador “colando” nas pás do rotor causando desbalanceamento ou obstruindo drenos.

d) Certifique-se de que todos os parafusos e porcas estejam devidamente apertados, principalmente aqueles que prendem o rotor ao cubo central e o cubo ao eixo. Inspecione os parafusos de fixaçao dos mancais e motor eletrico. Verifique parafusos prisioneiros e chavetas das polias movida e motora. Confira o aperto dos parafusos da estrutura, bases e porta de inspeção.

e) Confira o alinhamento das polias e a correta tensão das correias.

f) Certifique-se de que a tensão e a freqüência de sua rede estão de acordo com o indicado na placa de identificação do motor.

g) Observe se as ligações elétricas do motor estão de acordo com o esquema impresso em sua placa. Terminais mal apertados podem provocar sérias conseqüências; utilize cabos elétricos e chaves de comando e proteção adequados.

h) Verifique se o motor está devidamente aterrado. Mesmo que não haja por parte do projetista elétrico especificações exigindo isolamento do motor é importante aterrá-lo obedecendo as normas vigentes para ligações de máquinas elétricas à terra.

i) Feche todos os dampers e/ou registros da linha de dutos e se possível também a boca de aspiração do ventilador, de modo que a primeira partida seja "a VAZIO".

j) Faça uma última inspeção visual externa ao ventilador de forma a se certificar que não exista nenhum material próximo a aspiração que possa ser succionado ou alguma ferramenta depositada sobre o motor ou ventilador. A vibração pode fazer com que o objeto se desloque correndo o risco de cair entre a transmissão ou na aspiração.

3.2 - Cuidados durante a partida inicial

Satisfeitas as verificações acima, o ventilador estará apto para a partida.

a) Dê a partida no ventilador e, após alguns segundos, antes que este atingir sua rotação nominal, desligue-o.

b) Durante este intervalo, verifique se o sentido de rotação coincide com as das setas indicativas e se não ocorre algum tipo de ruido ou vibração anormal. No caso de rotação invertida, com motores trifásicos, troque a ligação de dois terminais do motor. Ruídos, vibrações ou outras irregularidades devem ser investigadas e corrigidas.

3.3 - Observações durante a primeira hora de funcionamento

Após tudo averiguado e em perfeitas condições, coloque novamente o ventilador em funcionamento.

a) Verifique a corrente absorvida pelo motor em todas as fases e compare com a indicada na placa. Em caso de existência de registros ou dampers, a abertura deve ser realizada em conjunto com a leitura da amperagem. Em condições normais (regime contínuo e sem oscilação de carga), a corrente lida no amperímetro não deve exceder ao valor da corrente nominal da placa. Para operação em altas temperaturas, deve-se ter o cuidado de só liberar totalmente a passagem de ar pelo ventilador, quando este tiver alcançado sua temperatura nominal (para movimentar ar frio é necessário maior potência).

b) Ruídos, vibrações ou outras irregularidades também devem ser averiguadas tão logo venham a aparecer.

c) Verifique a temperatura dos mancais (máximo 90ºC para temperatura ambiente 20ºC). Após a partida, a temperatura nos mancais aumenta devido ao excesso e acomodação da graxa contida em seu interior tendendo a cair após algum tempo de funcionamento (até duas horas).
Obs.: A mão não substitue o termometro. Utilize portanto instrumentação adequada.

d) Desligue o ventilador, aguarde sua parada total e reinspecione principalmente os itens D e E descritos nas "verificações preliminares". A partir deste momento, o ventilador estará em condições de operar de forma contínua.

3.4 - Verificações após 72 horas da partida

Passadas 72 horas de funcionamento, inspecione principalmente tensão de correias. Neste período em operação, o material das correias tende a sofrer algum estiramento. Pó de borracha desprendido das correias pode significar desalinhamento das polias.

O controle da tensão das correias deve ser repetido a cada 3 meses no mínimo.

Reavalie as condições de fixação de todos parafusos e prisioneiros de chavetas.

Verifique as condições do lubrificante dos mancais e reponha se necessário.

4 – MANUTENÇÃO

4.1 - Limpeza

Efetue limpezas periódicas removendo poeira, óleos e outros detritos. Isto deve ser feito não só nas partes externas do ventilador e motor, mas também internamente principalmente junto as pás do rotor.

Caso o tipo de serviço em que o ventilador for empregado exigir limpezas internas mais freqüentes e que possam ocasionar acúmulo de material, providencie uma porta de inspeção junto a carcaça de maneira a facilitar este serviço. No caso de necessário lavagens frequentes, instale também um dreno na parte inferior da carcaça.

4.2 - Pintura

Inspecione rotineiramente as condições da pintura do equipamento removendo e tratando possíveis focos de corrosão. Serviços de raspagem em rotores (principalmente siroccos), devem ser executados com cautela de forma a não ocorrer empenamentos por excesso de pressão da ferramenta sobre as pás.

No caso de necessidade de retoques, atente para os tipos de tintas constantes nos procedimentos de pintura ou utilize as informações a seguir:

Procedimentos de Pintura Standard BerlinerLuft.

Tipo de pintura	Tinta de fundo	Tinta de acabamento	Cor
Sintético	Alquídico oxido de ferro	Acabamento alquídico	Azul RAL 5015
Epoxi	Epoxi poliamida	Epoxi poliamina	Cinza Munsell N 6.5
Poliuretano	Epoxi poliamida	Poliuretano alifático	Amarelo Munsell 2.5 Y 7/12

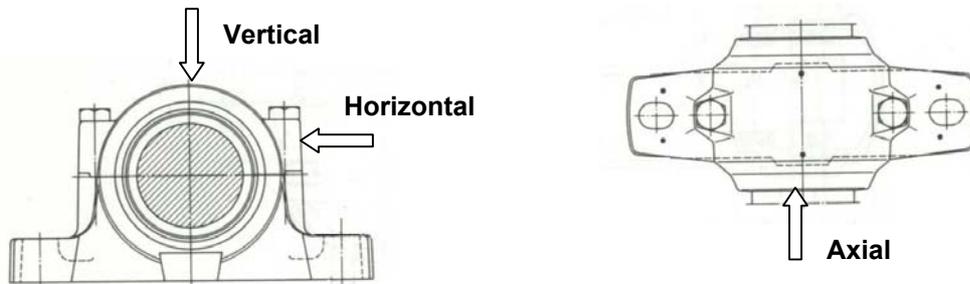
4.3 - Vibrações

Um dos parametros mais importantes para avaliação das condições de operação de um ventilador em funcionamento é sem dúvida, a análise de seus niveis de vibração.

Uma simples medição pode determinar a necessidade de manutenção corretiva em rolamentos, rebalanceamento do rotor ou polias, desalinhamento de eixo e até correias defeituosas, por outro lado, uma manutenção preditiva pode ser implantada através da análise sistemática de medições periodicas permitindo avaliar com antecedência a necessidade de qualquer troca ou reparo.

Dentre os parametros de medição, amplitude, velocidade e aceleração, a velocidade de vibração se constitue no mais importante devido sua característica de confiabilidade, segurança e percepção humana.

Os pontos de medição devem sempre se localizar sobre os mancais do ventilador, e as medições devem ser efetuadas nas direções radial e axial.

Devido a dificuldade de se estabelecer uma regra geral de qual o melhor plano radial, se horizontal ou vertical, podem se realizar as duas medições ou estabelecer como base aquela no plano de menor rigidez, no entanto, após determinado o plano, importantíssimo que todas as medições sejam sempre efetuadas no mesmo ponto. Em alguns casos, um furo com rosca ou algum elemento de conexão firmemente fixado ao mancal no ponto de medição facilita sobremaneira a tomada de dados.

A medição de vibração em motores elétricos deve ser realizada sobre a carcaça próximo aos mancais.

Como base para verificação e julgamento dos niveis de vibração de uma máquina podem ser utilizados os critérios publicados pelas normas ISO 2372 e normas VDI 2056.

Qualidade de vibração de máquinas rotativas – ISO 2372

<table>
<tr><th>Limites de velocidade de vibração (rms em mm/s)</th><th>Base rigida</th><th>Base resiliente</th></tr>
<tr><td>0.28</td><td rowspan="5">Muito bom</td><td rowspan="6">Muito bom</td></tr>
<tr><td>0.45</td></tr>
<tr><td>0.71</td></tr>
<tr><td>1.12</td></tr>
<tr><td>1.8</td></tr>
<tr><td>2.8</td><td rowspan="2">Normal</td></tr>
<tr><td>4.5</td><td rowspan="2">Normal</td></tr>
<tr><td>7.1</td><td rowspan="2">Regular</td></tr>
<tr><td>11.2</td><td rowspan="2">Regular</td></tr>
<tr><td>18</td><td rowspan="3">Ruim</td></tr>
<tr><td>28</td><td rowspan="2">Ruim</td></tr>
<tr><td>45</td></tr>
</table>

Base rígida corresponde a Classe III da norma = Ventilador montado sobre fundação rígida
Base resiliente corresponde a Classe IV da norma = Ventilador montado sobre amortecedores

A partir portanto do nível de vibração de uma máquina pode-se estabelecer sua condição de funcionamento e tomar as medidas corretivas necessárias.

A partir de um acompanhamento regular, é possível traçar a tendência de aumento dos níveis de vibração permitindo estabelecer com antecedência o período para manutenção.

Convém ressaltar, que apesar de um ventilador enquadrar-se dentro de um nível, digamos, “Regular”, isto não quer dizer que o mesmo necessita urgente manutenção.

Somente a experiência e a prática aliada a uma avaliação das condições de instalação e operação podem definir seu estado de funcionamento.

A tabela a seguir auxilia a identificar as características e causas mais comuns de vibração relacionados com a frequência em que ocorrem.

Identificação de Vibrações

Causa	Frequência	Amplitude	Medidas corretivas	Observação
Desbalanceamento	1 * RPM	Constante e reproduzível. Maior na direção radial.	Balancear	Causa mais comum da vibração em máquinas.
Desalinhamento. Eixo torto. Folgas em acoplamentos.	Usual 1 * RPM As vezes 2 * RPM Até 3 a 4 * RPM	Maior na direção axial (50 % ou mais da radial).	Realinhamento. Verificar acoplamentos com comparador.	Vibração axial nula corresponde a um alinhamento perfeito.
Rolamento defeituoso.	Diversas. Geralmente muito elevadas. (20 a 60 kHz)	Radial variável e não reproduzível.	Trocar o rolamento	A maior amplitude ocorre nas proximidades do rolamento.
Excentricidade em mancal ou bucha conica.	1 * RPM As vezes 2 * RPM	Constante e reproduzível. Maior na direção radial.	Reusinar mancal. Trocar bucha.	Mancalovalizado provoca vibrações com 2 * RPM.
Elétrica.	1 * RPM 1a 2 * frequência sincrona (rede).	Radial pequena. Constante e reproduzível.	Corrigir problema elétrico.	Vibração some ao desligar a máquina.
Correias defeituosas.	1, 2, 3 ou 4 * RPM	Radial instável.	Trocar correias. Examinar rasgos das polias.	Podem ser observadas com lâmpada estroboscópica.
Aerodinâmica.	Nº pás * RPM.	Radial e axial pequenas.	Modificar projeto do ventilador.	Verificar problema de ressonância.
Ressonância.	1 * RPM ou muito próximos.	Constante e reproduzível. Maior na direção radial.	Reforçar estrutura, bases e apoio dos mancais ou motor.	Frequência natural da máquina coincide com frequência de vibração.

Sempre que os níveis de vibração forem excessivos ou atingirem a faixa ruim, o ventilador deverá ser retirado de operação.

Examine de forma minuciosa o rotor, rolamentos e correias de forma a constatar o motivo do ocorrido.

Existem casos de fácil solução: quando verificada a existência de material aderido ao rotor, uma boa limpeza certamente resolverá o problema; quando houver desgaste em proporções não acentuadas, um rebalanceamento poderá ser efetuado; casos de parafusos que se afrouxam podem estar muitas vezes ligados a outro tipo de problema: posicione a peça em seu devido local, proceda ao reaperto mas observe a persistência ou não de vibrações; em situações de vibrações oriundas de fluxo turbulento faça uma reavaliação aerodinâmica do circuito de ar.

Lembre-se que em casos de batida ou amassamento do rotor, somente um simples desamassamento e o rebalanceamento podem não bastar e se tornar perigosos. Uma pá de rotor ao se soltar possui a velocidade de uma bala de revólver. Não raros são os casos de ruptura de solda em pás e tampas imperceptíveis à primeira vista.

4.4 - RUIDO

A análise e avaliação de ruídos em ventiladores deve ser efetuada de maneira criteriosa.

Vibrações geram ruído.
Muitos dos problemas de excessivo ruído mais comuns não tem origem realmente acústica, mas provém de fontes vibratórias.

Verifique e esgote todas as alternativas e procedimentos descritos no item anterior (Vibrações) antes de direcionar seus esforços para solucionar um problema acústico puro.

Frequentes são os casos de ruídos gerados por contato do rotor com o bocal de aspiração, protetor de polias e correias em contato com as polias, parafusos frouxos, etc.

Antes de solicitar assistência técnica, certifique-se que o problema não seja de simples solução e oriundo de falha no cumprimento das recomendações deste manual.

Acústica

O ruído produzido por um ventilador está diretamente relacionado ao seu projeto, vazão de ar, pressão total e principalmente a sua eficiência.

O menor nível de ruído do ventilador encontra-se em seu ponto de melhor rendimento, aproximadamente no centro de sua curva de desempenho.

Se por qualquer motivo, filtros sujos, fechamento ou abertura de dampers, etc., o ventilador modificar seu ponto de desempenho, isto poderá acarretar um aumento em seu nível de ruído de até 13 dB, elevando o nível de ruído total, dependendo da situação, a valores insuportáveis.

Grelhas mal dimensionadas, curvas com raio pequeno sem veios, dutos muito leves sem reforços adequados, fixação dos dutos e máquinas diretas a laje constituem também consideráveis fontes de ruído.

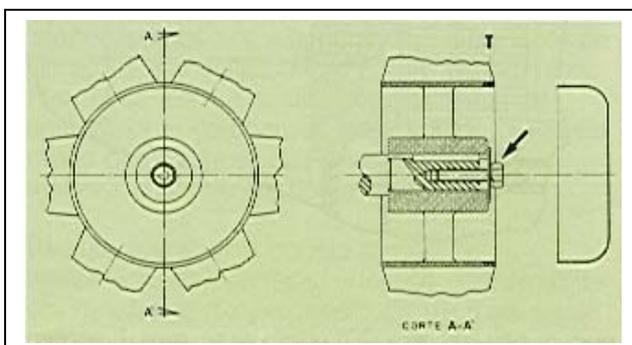
Resumo de algumas falhas acústicas comuns em projetos

Equipamento	Falhas comuns de projeto
Ventiladores e unidades de tratamento de ar	- Seleção em um ponto de operação ineficiente. - Folga insuficiente ou más condições do duto de aspiração. - Acessórios ou atenuadores muito próximos a aspiração ou descarga do ventilador. - Amortecedores de vibração inadequados. - Falta de conexões flexíveis nos dutos. - Utilização de polias ajustáveis em motores acima de 3.5 kW.
Sistema de dutos	- Sub dimensionados – velocidade de ar excessiva. - Alta perda de carga (alta turbulência) de componentes (curvas, joelhos, atenuadores, dampers, etc.). - Componentes instalados muito próximos um do outro. - Falta de revestimento acústico nos dutos ou silenciadores. - Contato dos dutos com paredes ou lajes. - Utilização de dutos retangulares não controlam ruídos de baixa frequência. - Utilização de revestimento acústico nos dutos ou silenciadores muito curtos para atenuar ruídos de baixa frequência.

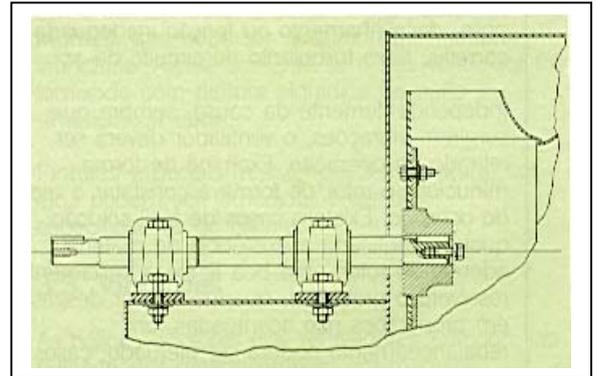
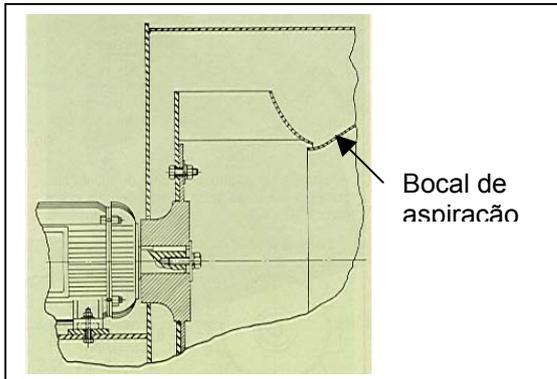
4.5 - Rotores e hélices

Seja qual for a natureza do reparo a ser feito, a tarefa de retirada do rotor ou hélice em um ventilador deve ser executada com cautela de forma a não comprometer o futuro funcionamento.
Como regra geral, após cada desmontagem e remontagem gire manualmente a hélice ou o rotor e proceda a rotina de partida para ventiladores novos.

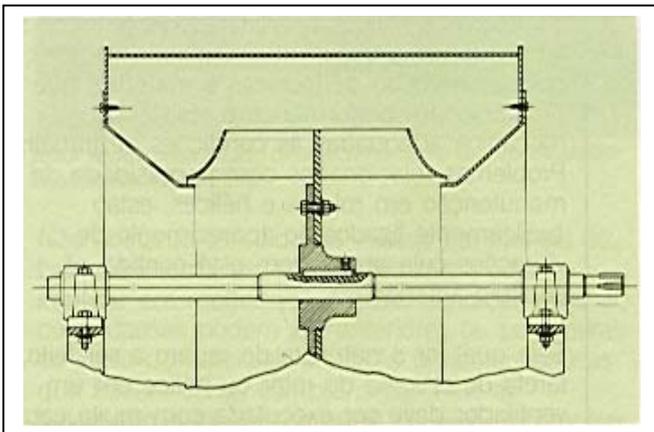
Desmontagem e remontagem de hélices

A desmontagem de hélices de ventiladores axiais se inicia pela retirada da calota fixada ao cubo da hélice, se existente (marque sua posição).

Retire o parafuso prisioneiro de fixação do cubo da hélice ao eixo e remova-a com auxílio de um extrator.
Para a remontagem da hélice atente para não inverter seu lado de montagem.
Antes de introduzí-la no eixo examine a inexistência de rebarbas ou sujeira, unte o eixo com óleo e pressione de forma a entrar sem necessidade de pancadas.

Recoloque a chaveta, fixe o parafuso prisioneiro e recoloque a calota.

Desmontagem e remontagem de rotores em balanço

Remova inicialmente o bocal de aspiração.
Os rotores podem ser fixados a ponta de eixo por anel de pressão e parafuso prisioneiro ou através de parafuso e arruela.
Remova-os e saque o rotor com auxílio de um extrator através da abertura proporcionada pelo remoção do bocal.
A remontagem se dá na seqüência inversa.

Desmontagem e remontagem de rotores montados no centro do eixo

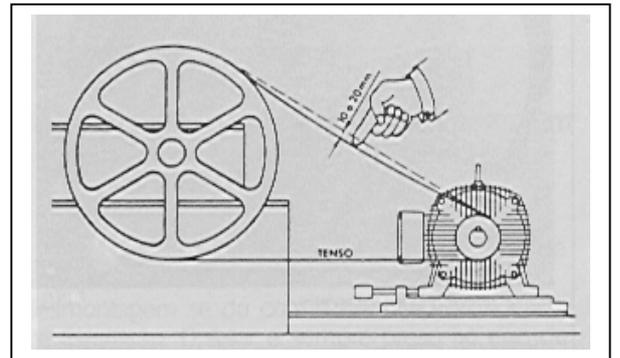
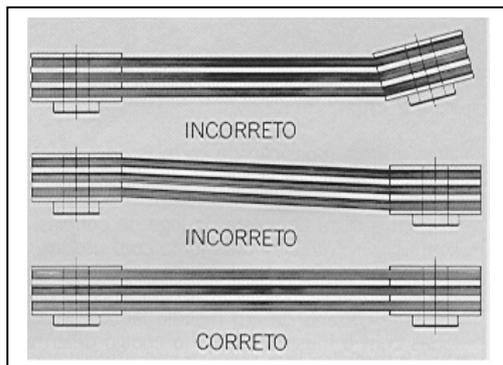
Retire inicialmente o protetor de correias.
Em seguida saque a polia. A remoção do rotor e eixo se dará somente por este lado.

Solte os parafusos de fixação do bocal de aspiração bem como os de fixação do suporte do mancal (quadro) a carcaça do ventilador.
Solte os parafusos de fixação dos mancais a base (ambos os lados).
Com auxílio de uma talha ou guincho, erga a ponta do conjunto eixo-mancais e retire bocal e quadro.
Proceda a seguir, com cuidado, na retirada do conjunto eixo-mancais

Para retirar o rotor do eixo, afrouxe os parafusos de travamento do cubo ao eixo, elimine asperezas e sujeiras da superfície do eixo e deslize-o para fora.
0 uso de óleo lubrificante sempre auxilia nas tarefas de retirada e recolocações de rotores em eixos.

4.6 - Polias e correias

O correto alinhamento e tensão das correias constituem pontos básicos de maneira a manter em boas condições de funcionamento o conjunto girante e dentro dos limites de cargas sobre mancais, rolamentos e estrutura em geral.

Um conjunto desalinhado provoca esforços radiais desnecessários aos rolamentos, o surgimento de vibrações e o desgaste prematuro das correias. Para tanto, com o auxílio de uma régua de comprimento compatível, posicione as polias de modo que as faces das duas toquem de maneira uniforme na borda da régua.

Para se averiguar a correta tensão de estiramento das correias, adota-se normalmente um deslocamento perpendicular de mais ou menos 1 mm para cada 100 mm de vão, o que na maioria dos casos resulta numa média entre 10 a 20 mm.

No caso de substituição das correias atente para os seguintes itens:

a) Faça a troca completa do jogo de correias.

b) Use somente correias de um mesmo fabricante e com o mesmo número de código.

c) Não força a colocação das correias tensionando-as em excesso para a introdução nos canais. Alivie a tensão do esticador de forma a colocá-las naturalmente.

d) Alinhe de forma correta as polias.

e) Tensione as correias dentro dos parâmetros estabelecidos.

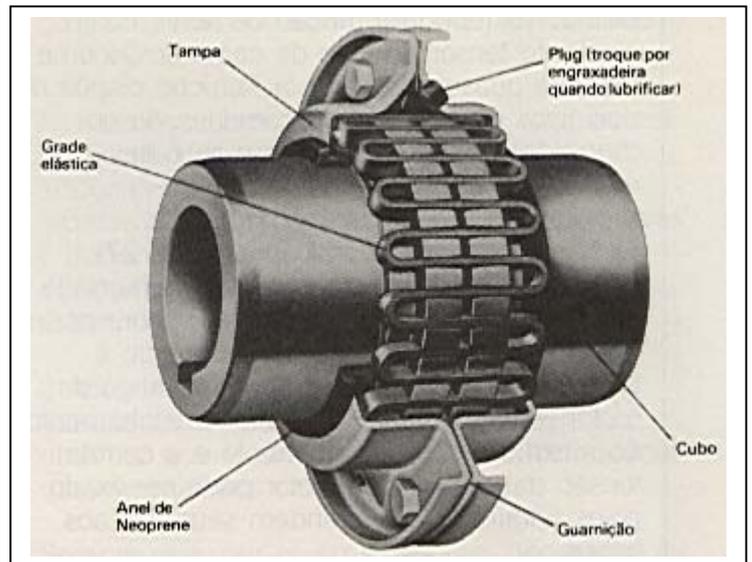
f) Recoloque o protetor de polias e correias em seu local. Nunca deixe o conjunto de acionamento sem o devido protetor.

g) Após um período em torno de 72 horas, reavalie as condições de tensão das correias, uma vez que existe a tendência de acomodação das mesmas aos canais das polias.

4.7 - Acoplamentos elásticos

Em algumas formas construtivas o ventilador poderá ser acoplado diretamente a um motor elétrico ou a outro ventilador por meio de luvas ou acoplamentos elásticos.

Na maioria dos casos, os ventiladores BerlinerLuft. utilizam acoplamentos do tipo seco ou não lubrificável (com elemento elástico) os quais não necessitam lubrificação.

Em situações de maiores esforços ou outras especificações de projeto, são utilizados acoplamentos com grade (lubrificáveis) providos de tampas bipartidas no plano horizontal ou vertical.

Acoplamentos com grade devem ser relubrificados a intervalos regulares (máximo de 6 (seis) meses) com graxa a base de litio grau NLGI 2.
Para sua relubrificação, retire os bujões de ambas as tampas e em um deles rosqueie um pino graxeiro.
Com pistola engraxadeira manual, lubrifique até que a graxa saia pelo orifício oposto. Retire novamente o pino graxeiro e reponha os bujões.

Desmontagem de acoplamentos elásticos

Se necessário a remoção do acoplamento para alguma manutenção, tal como troca de rolamento, retirada de rotor e outras, proceda conforme abaixo.
São necessários chaves tipo Allen, de boca e de fenda.

Acoplamento com elemento elástico
Solte os parafusos prisioneiros que fixam os cubos ao eixo.
Deslize os cubos em direções opostas horizontalmente sobre o eixo.
Retire o elemento elástico.

Acoplamento com grade
Retire os parafusos de união das tampas.
Desloque-as cuidando para não danificar as vedações.
Para remoção da grade, inicie pela dobra final introduzindo uma chave de fenda na dobra da grade utilizando os dentes do cubo como apoio. Gradualmente alterne os lados até que a grade saia das ranhuras.

Remontagem de acoplamentos elásticos

Para a remontagem de acoplamentos, são necessários chaves de boca, martelo de fibra ou borracha, régua (melhor relógio comparador), calibre de laminas e chaves Allen.
Primeiro, certifique-se do perfeito alinhamento entre os eixos. Isto pode ser verificado com auxílio da régua ou do relógio comparador.
Após, verifique as faces das duas pontas de eixo que deverão estar paralelas e com uma folga que varia de acordo com o tamanho e tipo de acoplamento.

Acoplamento com elemento elástico

Introduza os dois cubos nas respectivas pontas de eixo de maneira que as faces dos cubos fiquem rente a ponta de eixo.
A folga entre as faces dos cubos deve se situar entre 2 a 3 mm.
Verifique e ajuste o alinhamento paralelo assentando a régua perpendicularmente sobre os cubos ou com auxílio do relógio comparador. Gire o acoplamento e repita o procedimento.
Deslize os cubos horizontalmente de maneira a introduzir o elemento elástico e torne a juntá-los sem pressionar.
Aperte os parafusos prisioneiros que fixam os cubos ao eixo.
Certifique-se novamente do alinhamento repetindo o procedimento com a régua ou relógio.
Realinhe se necessário.

Acoplamento com grade

Introduza as duas tampas com vedações nas respectivas pontas de eixo.
Introduza os dois cubos nas respectivas pontas de eixo de maneira que as faces dos cubos fiquem rente a ponta de eixo.
Verifique com o calibrador a folga entre as faces dos cubos que deve ser de 3.2 mm. Verifique e ajuste o alinhamento paralelo assentando a régua perpendicularmente sobre os cubos ou com auxílio do relógio comparador. Gire o acoplamento e repita o procedimento.
Aperte todos os parafusos de fixação e repita os procedimentos com relação a folga entre faces e alinhamento paralelo.
Realinhe se necessário.
Encha a folga e as ranhuras com graxa e assente a grade com o martelo de fibra ou borracha.
Encha os espaços em torno da grade com graxa e coloque as tampas com a respectiva vedação apertando seus parafusos.
Certifique-se que os pontos de lubrificação foram fechados com os bujões.
Desalinhamentos axiais ou angulares entre os eixos irão provocar vibrações, ruídos e esforços indesejáveis aos demais componentes.
Nunca esqueça a recolocação das chavetas e o devido aperto dos parafusos de travamento.
Os elementos de blindagem, aneis de vedação, juntas, guarnições e tampas, devem ficar perfeitamente assentados para evitar oscilações e vazamentos.

4.8 - Motores Elétricos

A manutenção de motores elétricos, resume-se basicamente em uma inspeção periódica quanto a temperatura dos mancais, seus níveis de isolação, possíveis desgastes e eventuais exames no ventilador.
A freqüência com que devem ser feitas as inspeções depende do tipo de motor e das condições locais.
Se necessário substituição de rolamentos, utilize ferramentas adequadas e pessoal qualificado.
Antes da colocação do rolamento novo, verifique se o assento no eixo encontra-se em perfeitas condições. Golpes somente devem ser aplicados com cuidado sobre o anel interno do rolamento com auxílio de um taco de madeira ou outro material macio.
Em rolamentos blindados de um só lado, cuide para que a blindagem fique para dentro do motor.

Lubrificação de motores

Alguns fabricantes fornecem motores com pino graxeiro a partir da carcaça 180. Outros com furo para colocação de pino graxeiro em um dos lados da carcaça para tamanhos entre 160 a 200 e com pino graxeiro em ambos lados da carcaça 225 em diante.
Para tamanhos menores de carcaça, os motores são fornecidos com rolamentos blindados (Z ou ZZ) de lubrificação permanente. No caso de motores de carcaça 160 a 200, a opção pela colocação de pino graxeiro fica condicionada aos intervalos entre relubrificações periodicas.

Para aplicações normais utilize graxa a base de litio grau NLGI 2.

Para lubrificação proceda conforme a seguir:

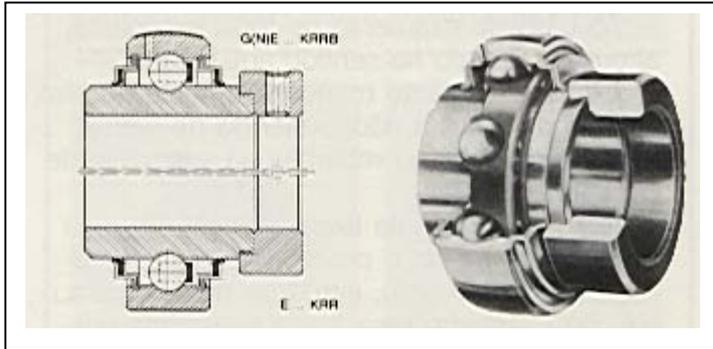
- Limpe o pino graxeiro e suas proximidades com um pano.
- Com o motor em funcionamento introduza a graxa utilizando exclusivamente pistola manual.
- Deixe o motor em funcionamento durante mais algum tempo até que se escoe o excesso de graxa.

4.9 - Mancais e Rolamentos

Os ventiladores BerlinerLuft. até tamanho 1000 na construção standard, são fornecidos com rolamentos rígidos de esferas série GRAE ... NPPB FA 106 (INA) OU Y ... (SKF), com fixação ao eixo por anel de trava excêntrico.

Para ventiladores de tamanhos maiores, ou de construção especial, são utilizados rolamentos autocompensadores com duas carreiras de esferas (série 12...K, 22...K FAG/SKF) ou rolamentos autocompensadores com duas carreiras de rolos (série 222...CCK FAG/SKF).

Refira-se a ficha técnica do ventilador para obtenção destes dados.

4.9.1 - Rolamentos rígidos de esferas (GRAE ou Y)

Constituem-se dos chamados rolamentos de lubrificação permanente com placas de vedação de ambos os lados. Autocompensadores devido ao perfil externo esférico, absorvem qualquer possível dealinhamento do eixo.
O sistema de travamento do rolamento ao eixo é efetuado por um parafuso prisioneiro localizado no anel excêntrico de fixação.

Os rolamentos rígidos de esferas são fornecidos com a dosagem de graxa correta e, na maioria dos casos não requerem relubrificações periódicas.
Ventiladores de tamanho 160 a 710 são fornecidos com rolamentos envoltos em anel de borracha montados em suportes estampados de aço galvanizado, lubrificados “para a vida”.

Relubrificação de rolamentos GRAE ou Y

Ventiladores fornecidos com rolamentos montados em suportes de ferro fundido podem ser relubrificados quando operarem em condições de excessiva umidade, poeira ou rotações elevadas.
Instale um pino graxeiro no furo existente no suporte caso não fornecido.

Com uma pistola manual ***e o ventilador em funcionamento***, introduza graxa nova até que a mesma saia pela folga das vedações.
Utilize graxa a base de lítio grau NLGI 2.
A pressão de injeção não deve ser excessiva, caso contrário, poderá danificar as placas de vedação.

Desmontagem e remontagem de rolamentos GRAE ou Y

Para eventuais trocas de rolamentos da série GRAE ou Y, proceda da seguinte forma:

- Remova verniz, ferrugem, rebarbas ou qualquer obstáculo que possa prejudicar o deslizamento do rolamento pelo eixo.

- Solte o parafuso prisioneiro do anel excêntrico

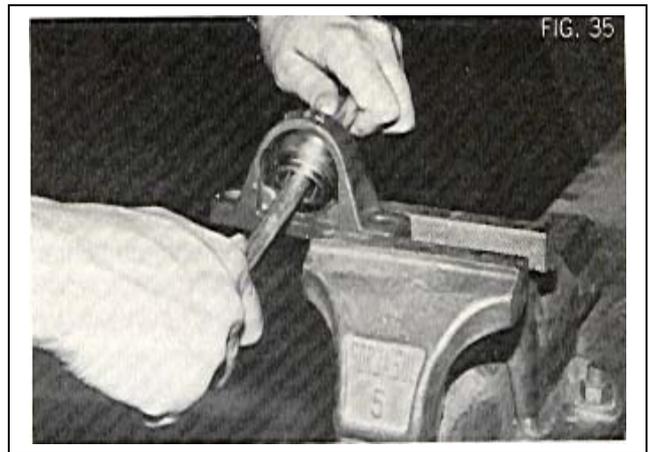
- Remova o anel girando-o no sentido anti-horário (se muito apertado, pequena batida com um pino no furo correpondente do anel ajudam a soltá-lo)

- Dependendo do peso do rotor, fixe e apoie-o de tal maneira a não danificar o próprio rotor ou os bocais de entrada de ar

a) Ventiladores com suportes estampados em aço:

- Solte os parafusos que fixam o suporte a carcaça do ventilador.
- Retire o conjunto suporte-rolamento.
- Desmonte o suporte.
- Retire o rolamento da capa de borracha.
- Troque o rolamento e para a remontagem proceda exatamente na ordem inversa.

b) Ventiladores com suportes em ferro fundido:

- Solte os parafusos que fixam o suporte ao quadro ou base do ventilador.
- Retire o conjunto suporte-rolamento.
- Fixe o suporte em uma morsa e com uma haste ou barra de ferro introduzida no furo do rolamento imprima um esforço angular para cima fazendo com que o rolamento se desloque de sua sede no mancal, possibilitando sua retirada.
- Troque o rolamento.
- Para a remontagem proceda exatamente na ordem inversa.

Observação:

Quando recolocar o rolamento na sede do mancal, o esforço de introdução deve ser o suficiente para que este entre livremente no mancal.
Caso o rolamento entre muito folgado (por exemplo colocado facilmente com a mão) substitua o suporte por outro com melhor ajuste.

Por outro lado, um esforço demasiado pode eliminar suas folgas internas tornando-o impróprio para operação ou até danificá-lo.

O valor do esforço de introdução do rolamento no mancal somente pode ser estabelecido a partir do bom senso e da experiência prática.

Esta operação, como muitas outras que envolvem manutenção em ventiladores deve ser executada por pessoal experiente.

Um bom mecânico ao "sentir" que o rolamento irá entrar de maneira forçada no suporte deve suspender a operação e proceder a troca do suporte ou o ajuste da pista interna do suporte com auxílio de um raspador.

Fixe os parafusos da base do mancal no equipamento e gire algumas voltas o rotor manualmente antes de fixar definitivamente o rolamento ao eixo. Isto fará com que o rolamento assuma sua correta posição tanto no eixo como no próprio mancal;

O anel de trava excêntrico deve estar voltado para fora do ventilador e deve ser apertado girando-o no ***sentido de rotação do eixo***, inicialmente com a mão, e após com uma leve batida com um pino adequado. Somente então apertar o parafuso de travamento.

Após a montagem do conjunto mancal/rolamento, polia, etc., efetue uma pintura nas partes expostas do eixo com verniz apropriado. Isto irá facilitar em muito futuras manutenções.

A utilização de alguns adesivos leves tipo “Loctite” entre anel e eixo previnem contra o aparecimento de ferrugem interna além de auxiliar em um melhor ajuste.

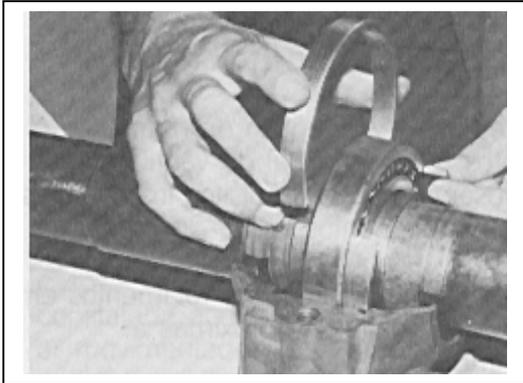
Importante:

Antes de recolocar o ventilador novamente em operação gire o rotor manualmente de maneira a se certificar de seu livre movimento e proceda a um teste de partida conforme descrito no item 4.

4.9.2 - Rolamentos autocompensadores com duas carreiras de esferas ou de rolos

Todos os ventiladores BerlinerLuft. que utilizam mancais de ferro fundido SNA ou SNH, são providos de rolamentos autocompensadores de furo cônico com duas carreiras de esferas ou duas carreiras de rolos.

A definição do tipo de rolamento, se de esferas ou rolos, está relacionada com o projeto do ventilador segundo critérios de vida útil e resistência mecânica, motivo pelo qual em uma manutenção nunca se deve substituir uma série por outra ou ainda inverter sua posição de montagem.

Rolamentos autocompensadores se caracterizam por terem propriedades de autoalinhamento, ou seja, permitem pequenas distorções angulares do eixo em relação a caixa sede do rolamento. São fixados ao eixo através de buchas cônicas que facilitam a manutenção possibilitando desmontagens e remontagens extremamente rápidas.

Anéis de bloqueio são colocados no suporte do lado do acionamento de maneira a evitar o deslocamento axial do rolamento deste lado. Do lado oposto ao acionamento o rolamento mantem-se livre e montado no centro da sede do suporte de forma a absorver pequenas dilatações do eixo ou diferenças dimensionais e de posicionamento.

Nunca bloqueie os dois rolamentos. Isto eliminará a possibilidade de compensação dos efeitos acima mencionados resultando em seu desgaste prematuro.

Relubrificação de rolamentos autocompensadores

Os intervalos de relubrificação (em horas de trabalho) bem como o tipo de graxa, são fornecidos em placas fixadas junto as placas de identificação dos ventiladores.
Na falta desta, podem ser calculados de acordo com fórmula abaixo, válida para condições normais de carga e temperaturas de 70 ºC medidas no anel externo.
Os intervalos devem ser reduzidos a metade para cada 15 ºC acima de 70 ºC ou podem ser ampliados reciprocamente para cada 15 ºC inferiores a 70 ºC.
Em qualquer caso, convém não adotar períodos superiores a 6 meses.

$$\text{Intervalo de lubrificação} = K \left(\frac{14 \cdot 10^6}{N\,(d)^{1/2}} - 4.d \right)$$

onde: N = rotação de trabalho do rolamento em 1/min.
d = diametro do eixo em mm.

Valores de K		
Tipode rolamento	**Intervalo de lubrificação**	**Vida útil da graxa**
Autompensador de rolos / rolos cônicos	1	2
Rolos cilindricos	5	15
Radiais de esferas	10	20

Na maior parte dos casos, os períodos de relubrificação são relativamente longos permitindo programação antecipada para relubrificação.
Nestes casos, quando da parada do equipamento, retire a parte superior da caixa bipartida, expondo o rolamento. Depois de remover a graxa usada, preenche-se devidamente com a nova.
No caso de relubrificações frequentes, instale uma graxeira na tampa superior da caixa.
Com o ventilador em funcionamento e uma pistola manual insira lentamente graxa nova até que a graxa usada saia pelas vedações.

As quantidades de graxa para cada relubrificação podem ser calculadas conforme fórmula, no caso de relubrificações frequentes, ou retiradas da tabela a seguir quando a troca for total.

Quantidade de graxa para relubrificação frequente

$$G = 0.005 \cdot D \cdot B$$

onde: G = quantidade de graxa para relubrificação em gramas.
D = diametro externo do rolamento em mm.
B = largura total do rolamento em mm.

Quantidade de graxa por mancal para troca total

Tamanho do mancal (SNA ou SNH)	Quantidade de graxa (g)	Tamanho do mancal (SNA ou SNH)	Quantidade de graxa (g)
506	40	516	280
507	50	517	320
508	65	518	400
509	80	519	500
510	100	520	600
511	130	522	850
512	150	524	1000
513	190	526	1000
515	240	528	1200

Os ventiladores BerlinerLuft. que utilizam caixas bipartidas com rolamentos autocompensadores de esferas ou de rolos, saem de fábrica com uma quantidade inicial de graxa, normalmente permitindo seu pleno funcionamento até o primeiro intervalo de relubrificação (vide instruções de partida).

Quando das trocas totais de graxa, não é necessário a desmontagem e lavagem dos componentes. Faça isto somente nos casos em que exista o risco de que permaneça na graxa residual algum contaminante que mesmo em quantidade pequena, possa causar risco ao rolamento (poeira, ferrugem, limalhas, etc.).

Os ventiladores BerlinerLuft. com mancais bipartidos saem da fábrica fornecidos com graxa a base de lítio grau NLGI 2.
Ao relubrificar procure fazê-lo de preferência com o mesmo tipo de graxa de forma a não ocorrer a incompatibilidade das bases.

Tipos de graxas para rolamentos

Para temperaturas de trabalho de –20 a 130 ºC		**Para aplicação em baixa temperatura**		
Fabricante	Tipo	Fabricante	Tipo	Temperatura
Esso	Beacon 2	Esso	Unirex N2	-40 a 200 º C
Shell	Alvania R2	Molikote	Dow Corning 33	-73 a 200 º C
Petrobrás	Lubrax GMA 2	Molikote	TTF 52	-52 a 100 º C

Alguns ventiladores aplicados a sistemas considerados críticos, que operem 24 horas, e necessitem relubrificação frequentes, são fornecidos com dispositivos automáticos de relubrificação.

Este dispositivo, instalado na parte superior da caixa do mancal, consiste de um cilindro contendo graxa, um temporizador regulável entre 1 a 12 meses e uma célula de gás.
A intervalos regulares, a célula libera gás hidrogênio que aciona um embolo expelindo a graxa para o interior do mancal.
Seu corpo transparente permite fácil visualização da quantidade de graxa remanescente em seu interior e consequentemente seu período de troca.

Para regulagem do temporizador proceda conforme exemplo abaixo:

Suponhamos que a quantidade de graxa calculada para cada relubrificação seja de 20 gramas (aproximadamente 10 bombeadas com pistola manual) e o intervalo de lubrificação 25 dias. Sabendo que o conteúdo do tubo é de 125 g de graxa, teremos um tempo de duração para o sistema de 156 dias (125 ÷ 20 * 25), que correspondem a 5.2 meses.
Ajuste o temporizador para 5 meses.

Desmontagem e remontagem de rolamentos autocompensadores

Após retirar o protetor de correias, polias e acoplamento se existir, proceda da seguinte forma:

- Remova verniz, ferrugem, rebarbas ou qualquer obstáculo que possa prejudicar o deslizamento do rolamento pelo eixo.

- Dependendo do peso do rotor, apoie-o de tal maneira a não danificar o próprio rotor ou os bocais de entrada de ar. Em ventiladores com rotor em balanço cuidado com o efeito alavanca no mancal do lado do acionamento que pode ser provocado se o rotor não estiver suficiente e corretamente apoiado. Quando o peso do rotor for considerável e o apoio não puder ser realizado de forma segura aconselha-se a retirar o rotor do eixo.

- Remova as tampas superiores dos mancais e marque sua posição. Lembre-se que elas não são intercambiáveis em relação as suas bases.

- Retire os anéis de bloqueio do mancal correspondente ao lado do acionamento e também um pouco de graxa de forma a facilitar a visualização dos componentes.

- Marque a posição da bucha de fixação junto ao eixo e desamasse a orelha da arruela de travamento da porca da bucha com uma chave de fenda e martelo.

- Solte algumas voltas a porca com auxílio de uma chave de gancho ou na sua ausência, com auxílio de um punção e martelo.

- Suspenda o eixo de maneira que os rolamentos saiam do interior do mancal e possam ser retirados por deslizamento.

- Com um martelo e uma ferramenta semi tubular adequada, solte o rolamento da bucha cônica com pequenas batidas em torno do seu anel interno.

- Retire a porca e o rolamento.

Antes de iniciar a remontagem, limpe o mancal, eixo, bucha cônica, porca de fixação, arruela de travamento e anéis de bloqueio.

Em rolamentos novos encha com graxa o espaço entre as esferas ou rolos. Rolamentos em bom estado, após lavagem com águarrás ou querosene, devem também ser preenchidos imediatamente com graxa.

Para remontagem:

- Coloque as buchas cônicas atentando ao seu correto posicionamento tanto no sentido axial como com relação a posição das porcas:

- Introduza os rolamentos já devidamente engraxados, arruela de travamento e porcas.

- Aperte as porcas inicialmente com a mão e depois com o uso de uma chave gancho.

- Baixe com cuidado novamente o eixo posicionando os rolamentos no centro da sede do mancal.

- Dobre a presilha da arruela de travamento.

- Recoloque os anéis de bloqueio no mancal do lado do acionamento (um de cada lado) deixando o outro desbloqueado.

- Preencha o restante do espaço da base dos mancais com graxa nos dois lados dos rolamentos. Não coloque graxa nas tampas.

- Recoloque as vedações e as tampas nos correspondentes mancais.

- Após completar a remontagem, repinte qualquer parte por ventura afetada e proteja o eixo com verniz adequado.

Importante:

Antes de recolocar o ventilador novamente em operação gire o rotor manualmente de maneira a se certificar de seu livre movimento e proceda a um teste de partida conforme descrito nos item 4.

4.10 - Filtros de Ar

Usualmente são fornecidos dois tipos de filtros de ar em gabinetes de ventilação:

- Filtros metálicos (Grau de filtragem G0)
- Filtros sintéticos (Grau de filtragem G3)

A medida em que é utilizado, o filtro gradativamente diminue sua capacidade de permeabilidade ao ar, aumentando em decorrência a perda de carga e consequentemente reduzindo a vazão de ar do sistema.
O período de troca ou manutenção do filtro depende essencialmente das condições do ambiente.

Em casos mais críticos, onde a quantidade de ar constitue-se em fator fundamental para manter as condições do ambiente, deve-se utilizar meios que sinalizem o alcance do ponto mínimo de vazão de ar estabelecido.
Dentre os métodos utilizados para detectar este limite, o de uso mais corrente é o manômetro, instrumento que mede a pressão diferencial antes e depois do filtro, podendo incluir dispositivo de alarme.

Filtros sintéticos, normalmente com elemento filtrante em poliester, são descartáveis devendo ser substituídos quando sujos.
O único cuidado a tomar quando da troca é de posicionar o novo filtro com o reforço voltado para o lado da saída de ar.

Filtros metálicos, também chamados de regeneráveis, são fornecidos com elemento filtrante em aço galvanizado ou alumínio.
Para sua limpeza utilize um esguicho de água, de preferência sob pressão, quente e adicionado de detergente.

Inicie a lavagem pela face mais limpa.
Após lavagem, seque-o com ar comprimido.

Em filtros de alumínio impregnados com óleo, após lavagem torne a impregná-los novamente utilizando óleo viscoso TONNA 68 da SHELL ou similar. Banhe-os em óleo e deixe escorrer durante algum tempo de forma a escoar os excessos, antes de colocá-los novamente em operação.

4.11 - Segurança

A atenção e o cuidado exigidos com ventiladores está relacionado com seu tamanho, rotação e potência e principalmente seu local de instalação.
Se existir a menor possibilidade de perigo para transeuntes, operadores e mecânicos, medidas preventivas e regras rígidas deverão ser estabelecidas e seguidas de maneira a evitar qualquer acidente.

a) O sistema de transmissão deve estar devidamente protegido. Nunca retire o protetor com o ventilador em movimento e nem esqueça sua recolocação.
b) Bocas de aspiração e/ou descarga expostas, devem ser protegidas adequadamente de maneira a evitar a entrada de corpos estranhos ao sistema ou eventuais toques acidentais. Caso não tenham sido fornecidas, providencie você mesmo.
c) Os ventiladores BerlinerLuft. são projetados para operar na temperatura e rotação impressos na placa de identificação. Modificar estas condições de serviço sem prévia consulta, além de implicar em perda da garantia, pode redundar em sérios riscos.
d) Durante a operação do ventilador, nunca permita a abertura de portas de inspeçào. Esta poderá ser violentamente ejetada assim que liberada.
e) Durante a manutenção certifique-se da impossibilidade de alguém acionar inadvertidamente o ventilador. Instale uma chave elétrica próximo ao ventilador ou retire os fusíveis do painel colocando placas de advertência.
f) Nunca instale o motor elétrico sem um eficiente dispositivo de proteção e aterramento. Evite as chamadas “ligações provisórias” que muitas vezes cam no esquecimento e só são substituídas devidamente após algum acidente.

g) Não permita que um ventilador contiue a funcionar em casos de ruídos ou vibrações sem detectar suas causas e corrigí-las. Trincas em polias, eixo, rotor, mancais, carcaça do motor, etc., requerem imediata substituição do componente.
h) Não força a parada do ventilador utilizando a mão ou alguma ferramenta sobre as correias, polias ou rotor.
i) Após cada manutenção onde necessário desmontagem e remontagem de componentes proceda as verificações preliminares e cuidados concernentes à partida de ventiladores.

4.12 - Testes Preventivos

Verificação visual

- Verifique visualmente as condições externas do ventilador, motor e mancais, quanto ao surgimento de trincas, rupturas de soldas ou qualquer outra irregularidade.
- Excesso de pó de borracha junto ao protetor indica desgaste demasiado de correias, geralmente em decorrência de desalinhamento das polias.
- Graxa ou óleo vazando dos mancais pode significar defeito nos retentores ou que o lubrificante tenha expirado sua vida separando sabão e óleo. Isto pode comprometer ou até mesmo deixar o rolamento sem lubrificação, além de propiciar entrada de umidade e sujeira.
- Vibrações excessivas também podem ser avaliadas pelo simples toque de mão sobre a carcaça do ventilador ou sobre os mancais.

Teste de temperatura

As tempertauras de trabalho do ventilador devem ser verificadas utilizando um termometro nos mancais do ventilador e motor elétrico. Caso não dispor de termometro, a mão pode ser utilizada com restrições, já que conforme a sensibilidade da pessoa, o diagnóstico poderá ser completamente incorreto.

Teste de escuta

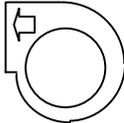
Recomendamos utilizar para o teste de escuta estetoscópios próprios para este fim facilmente a disposição no mercado.
Caso não disponível, e com extrema cautela, pode ser utilizada uma simples chave de fenda longa encostando uma ponta no mancal e a outra extremidade junto ao ouvido.
Caso o rolamento apresente um ruído suave (silvo), tudo estará em ordem.
Um ruído tipo batimento indica correias demasiadamente frouxas.

Teste de vibração (vide item 3.3 Vibrações)

Utilize sempre que possível um analisador de vibrações com filtro de frequência.
Os pontos de medição devem sempre se localizar sobre os mancais do ventilador, e as medições devem ser efetuadas nas direções radial e axial.
A medição de vibração em motores elétricos deve ser realizada sobre a carcaça próximo aos mancais.
Em alguns casos, a mão e a experiência prática constituem condições razoavelmente suficientes para avaliar o nível de vibração de um ventilador.

5 - INSTRUÇÕES PARA A PROCURA DE DEFEITOS

5.1 - Vazão de ar abaixo do esperado

Defeito provável	Correção
Sentido de rotação incorreto	- Verifique se o sentido de rotação está correto e coincidente com o indicado pelas setas (sentido do caracol).
Rotor montado com sentido de rotação invertido.	- Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás. Sirocco – pás curvadas para frente Limit load – pás curvadas ou inclinadas para trás
Rotação muito baixa	- Confira a rotação do motor elétrico através de medição. - Verifique se os diametros de polias conferem com o especificado. - Verifique a tensão das correias. Correias com tensão baixa patinam. Correias com tensão alta podem causar sobrecarga, especialmente em ventiladores pequenos, impedindo o motor de atingir sua rotação nominal.
Perda de carga do sistema acima do projetado.	- Recalcule a perda de carga do sistema (más condições de aspiração ou descarga geram perdas adicionais). - Verifique se o sistema de dutos está de acordo com o projeto. - Certifique-se que os filtros de ar estejam limpos.
Obstrução de dutos	- Certifique-se da inexistência de qualquer obstrução no sistema de dutos, tais como tecidos plásticos de proteção, panos, etc.
Registros fechados	- Certifique-se que todos os registros estejam devidamente ajustados na posição correta.
Vazamentos	- Verifique se o sistema de dutos está devidamente conectado, suas juntas vedadas e portas de inspeção fechadas.

5.2 - Vazão de ar acima do esperado

Defeito provável	Correção
Rotação muito alta	- Confira a rotação do motor elétrico através de medição. - Verifique se os diametros de polias conferem com o especificado.
Perda de carga do sistema abaixo do projetado.	- Recalcule a perda de carga do sistema. - Verifique se o sistema de dutos está de acordo com o projeto. - Com filtros de ar limpos, a perda de carga é menor.
Registros totalmente abertos	- Certifique-se que todos os registros estejam devidamente ajustados na posição correta.
Entrada de ar falso	- Verifique se o sistema de dutos está devidamente conectado, suas juntas vedadas e portas de inspeção fechadas.

5.3 - Vibrações excessivas (vide também item 4.3 – Vibrações)

Defeito provável	Correção
Rotor danificado ou fora de balanceamento.	- Verifique o rotor quanto a material aderido a suas pás. - Certifique-se que as soldas estão em perfeitas condições. - Verifique se o rotor não está amassado ou torto.
Tensão excessiva das correias	- O tensionamento acima do recomendado das correias pode provocar deflexão excessiva no eixo resultando em operação dentro da faixa de ressonância. Corriga o tensionamento.
Incorreto alinhamento de mancais.	- Verifique o alinhamento.
Rolamentos com defeito.	- Com o ventilador em movimento escute o ruído dos rolamentos. Rolamentos com defeito produzem um ronco.
Bucha cônica excêntrica	- Verifique com relógio comparador a concentricidade da bucha.
Eixo torto ou excêntrico.	- Verifique com relógio comparador a concentricidade do eixo. - No caso de substituição do eixo, substitua também mancais, rolamentos e buchas.
Incorreto alinhamento de polias.	- Verifique o alinhamento e certifique-se que as correias não sofreram danos devido ao desalinhamento.

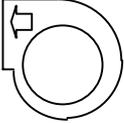
5.3 - Vibrações excessivas

Defeito provável	Correção
Incorreto alinhamento de acoplamentos flexíveis.	- Verifique o alinhamento de ambas as metades com relógio comparador. - Certifique-se que o acoplamento não sofreu danos devido ao desalinhamento.
Amortecedores incorretos.	- Certifique-se que os amortecedores são os recomendados e que estão instalados nos pontos indicados conforme desenhos.
Vazão de ar muito acima da esperada	- Em alguns ventiladores, o ponto de operação pode cair fora de seu limite máximo gerando vibrações e ruído. - Conduza a correção conforme indicado em “Vazão de ar acima do esperado”.
Uniões soltas ou frouxas.	- Verifique que todos os parafusos estejam devidamente apertados.
Rotação muito alta.	- Verifique rotação do motor elétrico pela placa de identificação e por medição. - Verifique se os diametros de polias conferem com aqueles especificados nas folhas de dados ou se não foram instaladas invertidas.
Sentido de rotação invertido.	- Verifique se o sentido de rotação está correto e coincidente com o indicado pelas setas colocadas na carcaça. - Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás.
Elétrica	- Se a vibração some imediatamente após cortar alimentação elétrica, analize instalação elétrica e certifique-se que o motor está em perfeitas condições.
Correias com defeito	- Troque as correias e examine os rasgos das polias.
Fundação instável.	- Verifique se o ventilador está corretamente instalado e chumbado na base.
Desbalanceamento do rotor do motor elétrico.	- Desacople o motor e verifique seu nível de vibração sem carga.

5.4 - Ruído excessivo

Efeito	Causa provável e correção
Ronco	- Excessiva velocidade no duto. Substitua por um duto maior ou adicione outro.Substitua acessórios com alta perda de carga por outros com melhor performance aerodinâmica. - Ruído excessivo do ventilador devido a má seleção. Substitua o ventilador por outro mais eficiente. Instale atenuadores de ruído ou coloque revestimento acústico nos dutos. - Rolamentos danificados. “Escute” seu funcionamento.
Rumor (vibração)	- Pobres condições de aspiração ou descarga do ventilador. Mova o ventilador, reconfigure o duto de aspiração ou descarga de acordo com recomendações de norma ou retire a obstrução. - Isolamento de ventiladores ineficiente em relação ao prédio. Instale amortecedores adequados. Toda a tubulação deve ser instalada através de fixação resiliente. - Fonte não-HVAC comum; isolamento inadequado da vibração de motores de tração de elevadores.
Silvo ou assobio	- Vazamento nos dutos. Inspecione e vede qualquer vazamento. - Fluxo de ar excessivo em caixas VAV ou grelhas. Reduza o volume de ar com auxílio de registros. - Correias ou polias raspando nas proteções. Corriga a posição do protetor. - Bocal de aspiração em contato com rotor.
Surge (ronco ou zumbido que vai e volta)	- Instabilidade do ventilador devido a más condições de aspiração ou descarga. Reveja as condições de aspiração ou descarga aumentando áreas de entrada e melhorando as condições aerodinâmicas de componentes do sistema. - Ventiladores em paralelo operando em diferentes rotações. Ajuste as rotações dentro de uma faixa de tolerância máxima de 10 %.
Zumbido	- Rotor desalinhado ou raspando no bocal ou carcaça. Realinhe e rebalanceie o rotor. - Isolamento inadequado de vibrações em máquinas de alta rotação, exemplo um chiller. Assegure-se que o equipamento repousa livre sobre os amortecedores sem contatos com o piso ou paredes. - Tubulação ou dutos com contato rígido entre equipamento e prédio. Instale conexões e contatos flexíveis.

5.5 – Sobrecarga do motor elétrico

Defeito provável	Correção
Vazão de ar acima do esperado.	- Conduza a verificação conforme item 5.2 – Vazão de ar acima do esperado. - Perda de carga do sistema abaixo do calculado. - Rotação do ventilador muito alta.
Tensão da rede muito baixa.	- Verifique se a tensão da rede elétrica encontra-se dentro dos limites normais.
Densidade do fluido.	- Verifique se a densidade do meio està conforme a de projeto. A densidade poderá variar de acordo com modificações de temperatura, altitude ou até devido ao diferente mix de gases.
Liberdade de rotação prejudicada.	- Verifique se rotor, eixo, rolamentos e motor giram livres. - Verifique se não existe alguma obstrução a livre movimentação da transmissão. - Selos muito apertados podem frear a movimentação do eixo.
Sentido de rotação incorreto.	- Verifique se o sentido de rotação está correto e coincidente com o indicado pelas setas colocadas na carcaça.
Rotor montado com sentido de rotação invertido.	- Verifique se o sentido de rotação do rotor é compatível com o desenho de suas pás. Sirocco – pás curvadas para frente Limit load – pás curvadas ou inclinadas para trás

CERTIFICADO DE GARANTIA

A **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** garante seus equipamentos contra defeitos de fabricação, nos termos deste certificado, pelo prazo de 12 (doze) meses, a contar da data de emissão da respectiva nota fiscal.

A garantia ora estipulada é extensiva também aos componentes adquiridos de terceiros, independente do fato de seu fabricante assumir ou não qualquer responsabilidade.

Esta garantia não cobre danos ou defeitos comprovadamente oriundos de mau uso, imperícia, imprudência, negligência, sobrecargas, deficiências da rede elétrica, intempéries e os decorrentes do transporte, assim como os danos em partes e/ou peças sujeitas a desgaste natural.

Cessam os efeitos da garantia:

a) se durante o transporte e/ou armazenagem não forem seguidas as recomendações técnicas estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**;
b) se o equipamemto não for instalado e/ou operado de acordo com as recomendações estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda;**
c) se por algum eventual período de parada do equipamento não forem ministradas as recomendações técnicas estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** específicas para tais casos;
d) se durante o período de garantia não forem efetuados os serviços de manutenção estabelecidas pela **BerlinerLuft. do Brasil Ltda;**
e) se houver adulteração ou destruição da placa ou qualquer outra identificação que acompanhe o equipamento;
f) se houver destruição parcial ou total do equipamento, ou ainda defeitos decorrentes de controle inadequado de temperatura, tensão elétrica, volume de ar, entrada de materiais estranhos no equipamento ou mesmo casos fortuitos ou de força maior (incêndio, inundação,guerra,greve,..), conforme previsto na legislação vigente;
g) se forem introduzidas modificações no equipamento e/ou efetuadas substituições de partes e/ou peças por outras que não as originais de fábrica, sem prévia autorização da **BerlinerLuft. do Brasil Ltda;**
h) se o comprador deixar de efetuar qualquer pagamento devido à **BerlinerLuft. do Brasil Ltda**, dentro dos prazos estabelecidos.

A **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** coloca à disposição de seus clientes e usuários seu Manual de Instalação, Operação e Manutenção, onde constam todas as informações relativas ao cumprimento dos itens a,b,c e d do presente certificado. Argumentações de desconhecimento do teor, forma ou conteúdo do Manual não isentarão o cliente dos efeitos cessantes de garantia previstos neste certificado.

O mau funcionamento ou paralização do equipamento, ainda que devido a defeitos de fabricação, em hipótese alguma onerará a **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** com eventuais perdas e danos consequentes ou emergentes.

No caso de necessidade de reposição de qualquer peça ou componente, tal reposição fica condicionada á devolução pelo cliente do item reposto.

As peças e/ou componentes importados utilizados nos equipamentos terão garantia nos limites e condições estipulados neste certificado. A **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** fica desde já desobrigada de repor peças e/ou componentes importados, se eventualmente, forem sustadas suas importações por ordem de autoridades governamentais.

O período de garantia não será, em hipótese alguma, prorrogado, quer por parada do equipamento, armazenamento prolongado ou assistência técnica durante sua vigência.

As obrigações decorrentes deste Certificado de Garantia somente serão cumpridas por **BerlinerLuft. do Brasil Ltda** em sua sede, situada na Rua Visconde de São Leopoldo 382, Rio Grande do Sul, correndo por conta do cliente todas as despesas de envio do equipamento, incluindo , seguros, embalagens, fretes e demais encargos, inclusive os de natureza fiscal.